



INVESTOR IN PEOPLE

© EPODOC / EPO

PN - JP2002070204 A 20020308
PD - 2002-03-08
PR - JP20000264273 20000831
OPD - 2000-08-31
TI - ELECTROMAGNETIC WAVE REFLECTING ABSORBER AND PREVENTIVE
METHOD FOR RADIO WAVE OBSTACLE
IN - FURUKAWA TORU; ITO KAZUYUKI; KAGEYAMA KENJI; SAITO TOSHIO;
HARAKAWA KENICHI; TAKAHASHI YOSHIKI
PA - TAKENAKA KOMUTEN CO
IC - E04B1/92 ; H05K9/00
FT - 2E001/DH01 ; 2E001/FA04 ; 2E001/GA06 ; 2E001/GA12 ; 2E001/GA23 ;
2E001/GA32 ; 2E001/GA42 ; 2E001/GA77 ; 2E001/HA04 ; 2E001/HA14 ;
2E001/HA20 ; 2E001/HB02 ; 2E001/HC01 ; 2E001/HC07 ; 2E001/HD11 ;
2E001/HD13
- 5E321/AA43 ; 5E321/AA44 ; 5E321/BB25 ; 5E321/GG05 ; 5E321/GG11

© WPI / DERWENT

TI - Electromagnetic-wave absorber in buildings, has reflecting film to reflect
electromagnetic wave of VHF band, in predetermined direction such that
electromagnetic wave interference is not produced
PR - JP20000264273 20000831
PN - JP2002070204 A 20020308 DW200234 E04B1/92 011pp
PA - (TKEN) TAKENAKA KOMUTEN KK
IC - E04B1/92 ; H05K9/00
AB - JP2002070204 NOVELTY - An electromagnetic wave absorption panel (10)
arranged slantingly with respect to a building (32), absorbs electromagnetic
wave of VHF band, arranged at the building. A reflecting film in the panel,
reflects the electromagnetic wave of UHF band, in predetermined direction such
that electromagnetic wave interference is not produced.
- DETAILED DESCRIPTION - An INDEPENDENT CLAIM is also included for
electromagnetic interference prevention method.
- USE - Electromagnetic wave absorber in buildings for absorbing electromagnetic
wave of UHF band to prevent interference between electromagnetic waves of
television signal, radio and mobile phone.
- ADVANTAGE - Prevents generation of electromagnetic interference without
reducing freedom of design of a building.
- DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The figure shows arrangement condition of
electromagnetic wave absorption panel. (Drawing includes non-English
language text).

THIS PAGE BLANK (USPTO)



INVESTOR IN PEOPLE

- Electromagnetic wave absorption panel(32) Building 10
- (Dwg. 1/6)

OPD - 2000-08-31
AN - 2002-300502 [34]

© PAJ / JPO

PN - JP2002070204 A 20020308
PD - 2002-03-08
AP - JP20000264273 20000831
IN - HAKAWA KENICHI;FURUKAWA TORU;ITO KAZUYUKI; KAGEYAMA
KENJI;SAITO TOSHIO; TAKAHASHI YOSHIKI
PA - TAKENAKA KOMUTEN CO LTD
TI - ELECTROMAGNETIC WAVE REFLECTING ABSORBER AND PREVENTIVE
METHOD FOR RADIO WAVE OBSTACLE
AB - PROBLEM TO BE SOLVED: To prevent an occurrence of radio wave obstacle at
wide frequency bands without much loss of freedom of building design.
- SOLUTION: An electromagnetic wave reflecting absorber 10 on which a divided
conducting film is set between a resistance film and a reflecting film of $\lambda/4$ type electromagnetic wave absorber to absorb electromagnetic wave at VFH
band is inclined to a direction to which electromagnetic waves at high frequency
bands including UHF bands in unlikely to be obstructed by radio wave and
arranged isolatedly each floor as an exterior wall of a building 30. Among
coming electromagnetic waves to the building 30, electromagnetic waves at
VHF bands is absorbed by the electromagnetic wave reflecting absorber 10, and
electromagnetic waves at high frequency including UHF bands is reflected in the
direction where radio wave obstacle hardly occurs by a reflecting film 18 of the
electromagnetic wave reflecting absorber 10, whereby radio wave obstacle is
prevented.

I - E04B1/92 ;H05K9/00

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2002-70204
(P2002-70204A)

(43) 公開日 平成14年3月8日(2002.3.8)

| (51) Int.Cl. ⁷ | 識別記号 | F I | テ-71-1 (参考) |
|---------------------------|------|--------------|-------------|
| E 0 4 B | 1/92 | E 0 4 B 1/92 | 2 E 0 0 1 |
| H 0 5 K | 9/00 | H 0 5 K 9/00 | M 5 E 3 2 1 |

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2000-264273(P2000-264273)

(22) 出願日 平成12年8月31日(2000.8.31)

(71) 出願人 000003621

株式会社竹中工務店
大阪府大阪市中央区本町4丁目1番13号

(72) 発明者 原川 健一

千葉県印西市大塚一丁目5番地1 株式会
社竹中工務店技術研究所内

(72) 発明者 古川 徹

愛知県名古屋市中区錦一丁目18番22号 株
式会社竹中工務店名古屋支店内

(74) 代理人 100079049

弁理士 中島 淳 (外3名)

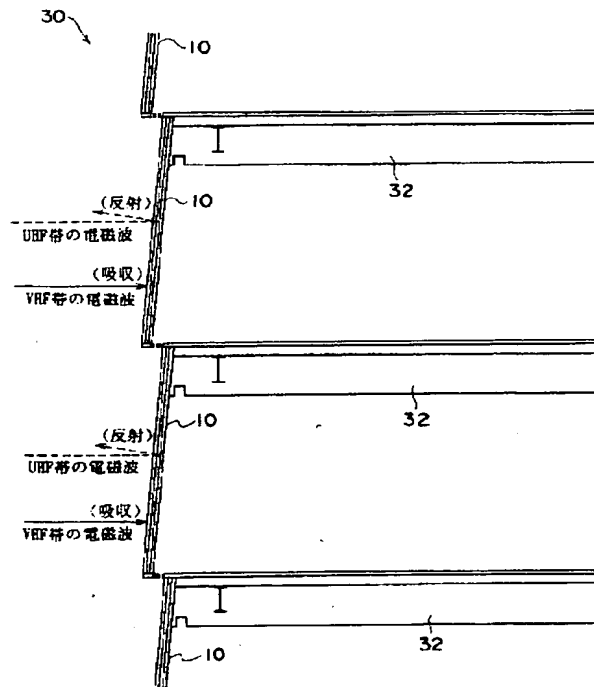
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電磁波反射吸収体及び電波障害防止方法

(57) 【要約】

【課題】 建築物の設計の自由度を著しく低下させることなく、広い周波数帯域に亘って電波障害の発生を防止する。

【解決手段】 入射型電磁波吸収体の抵抗膜と反射膜の間に分割導電体膜を設け、VHF帯の電磁波を吸収するように構成した電磁波反射吸収体10を、UHF帯を含む高周波の電磁波が電波障害の生じ難い方向（例えば斜め上方）へ反射されるように傾斜させて、建築物30の各階の外壁として各階毎に独立に配設する。建築物30に到来した電磁波のうち、VHF帯の電磁波は電磁波反射吸収体10によって吸収され、UHF帯を含む高周波の電磁波は電磁波反射吸収体10の反射膜18によって電波障害の生じ難い方向へ反射されることで、電波障害の発生を防止する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 建築物の外壁部に配設される電磁波反射吸収体であって、

前記建築物に到来した電磁波のうち所定帯域の電磁波を吸収する電磁波吸収部材と、

前記所定帯域よりも高い周波数帯域の電磁波を反射可能なサイズの反射面を備え、前記建築物に到来した電磁波のうち前記所定帯域よりも高い周波数帯域の電磁波を電波障害が生じ難い所定方向へ反射するように前記反射面の向きが調整された電磁波反射部材と、

を備えたことを特徴とする電磁波反射吸収体。

【請求項2】 前記所定帯域はVHF帯であり、前記所定周波数よりも高い周波数帯域にはUHF帯が含まれることを特徴とする請求項1記載の電磁波反射吸収体。

【請求項3】 電磁波反射吸収体を構成する各部材が略透明であることを特徴とする請求項1記載の電磁波反射吸収体。

【請求項4】 前記電磁波吸収部材は、到来した電磁波の一部を反射し他の一部を透過させる抵抗部材と、

前記抵抗部材よりも電磁波到来方向下流側に前記抵抗部材と距離を隔てて配置された前記電磁波反射部材、又は前記抵抗部材よりも電磁波到来方向下流側に前記抵抗部材と距離を隔てて配置され到来した電磁波を反射する反射部材と、前記抵抗部材との間に設けられ、前記抵抗部材と前記電磁波反射部材又は前記反射部材の並ぶ方向と交差する方向に沿って間隔を空けて配列された複数の導体と、

を含んで構成されていることを特徴とする請求項1記載の電磁波反射吸収体。

【請求項5】 建築物に到来した電磁波のうち所定帯域の電磁波を吸収する電磁波吸収部材を前記建築物の外壁部に配設すると共に、

前記所定帯域よりも高い周波数帯域の電磁波を反射可能なサイズの反射面を備え、前記建築物に到来した電磁波のうち前記所定帯域よりも高い周波数帯域の電磁波を電波障害が生じ難い所定方向へ反射するように前記反射面の向きが調整された電磁波反射部材を前記建築物の外壁部に配設する電波障害防止方法。

【請求項6】 前記電磁波吸収部材及び前記電磁波反射部材を、前記建築物の各階毎に独立に配設すると共に、各階毎に配設した電磁波吸収部材及び電磁波反射部材の間隙に相当する部分に、前記所定帯域及び前記所定帯域よりも高い周波数帯域の電磁波を吸収する電磁波吸収体を配設することを特徴とする請求項5記載の電波障害防止方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は電磁波反射吸収体及び電波障害防止方法に係り、特に、建築物の外壁部に配

設される電磁波反射吸収体、及び該電磁波反射吸収体をビルディング等の建築物の外壁部に配設することで電波障害の発生を防止する電波障害防止方法に関する。

【0002】

【従来の技術】現在、電磁波（電波）はラジオ、TV、携帯電話、無線通信等を始めとして様々な分野で利用されているが、これらの電磁波が他の電磁波の妨害を受けることにより種々の不都合が生ずる所謂電波障害は従来より問題となっている。この電波障害の原因となる電磁波としては、ビルディングや鉄塔等の建築物で反射された電磁波や、電気・電子機器から放射される不要電磁波等が挙げられる。このうち、特にVHF帯やUHF帯のTV周波数帯域の電磁波が建築物で反射し、受信アンテナに局から直接到来した電磁波（直接波）と建築物の外壁で反射された電磁波（反射波）とが各々入射する等により生ずるゴースト等の電波障害は、近年の高層ビルディングの増加に伴って社会問題となっている。

【0003】電波障害の防止方法としては、ビルディングの外壁を鉛直方向に対して傾斜させ電磁波の反射板として機能させることで、到来した電磁波を外壁によって斜め上方へ反射させる手法が知られている。また、電磁波吸収体をビルディングの外壁に貼付することで、到来した電磁波を電磁波吸収体によって吸収させる手法も知られている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】反射板によって所望の方向に電磁波を反射させるためには（反射板の向きを調節することで電磁波の反射方向を調節可能とするためには）、反射板の端部（隣り合う反射板と段差が生じている部分）における散乱効果を考慮し、反射板のサイズ（縦横の長さ）を反射させる電磁波の波長の2～3倍以上にする必要がある。UHF帯の電磁波より長波長のVHF帯（およそ100～200MHz）の電磁波の波長は1.5～3m程度であるので、例えば100MHzの電磁波（波長は3m）を反射するために必要な反射板のサイズは6～9m以上となる。従って、先に述べた外壁を傾斜させる手法において、ビルディングの外壁によってVHF帯の電磁波を所望の方向へ反射させるためには、少なくともビルディングの二階分～三階分を通した傾斜面をビルディングの外壁に形成するか、又はビルディング外壁面全体を傾斜させる必要がある。

【0005】このように、ビルディングの外壁を傾斜させる手法を適用して、広い周波数帯域（VHF帯～UHF帯）に亘って電波障害の発生を防止するためには、ビルディングの外壁面を特有の形状とする必要があり、ビルディングの設計の自由度が著しく低下するので、ビルディングの設計に際して受け容れられない場合が多い。また、ビルディングの外壁に形成した複数階分を通した傾斜面に窓等を設ける場合、窓のサッシの構造が階毎に相違することになるため、ビルディングの建設コスト上

昇の要因になる、という問題もある。

【0006】一方、電磁波吸収体としては従来より種々の構成のものが提案されているが、特にフェライト等の磁性体から成る電磁波吸収体の中にはVHF帯及びUHF帯の電磁波を各々吸収する特性を有するものもある。しかしながら、磁性体から成る電磁波吸収体は光透過性を有していないので配設可能な箇所が限られ、特に外壁を硝子カーテンウォールとしたビルディングでは配設可能な箇所が大幅に制限されるので、電波障害の発生を防止することは困難であった。また、磁性体から成る電磁波吸収体は重量が高むという欠点もある。

【0007】また、硝子カーテンウォール型のビルディングにおいて、ビルディングのLCC (Life Cycle Cost) を低減させるために、最近では硝子カーテンウォールとして、赤外線透過を遮断する高断熱複層硝子が多用されるようになってきている。通常の硝子は電磁波を透過させるため、通常の硝子で構成された硝子カーテンウォール配設部位に入射した電磁波は、硝子カーテンウォールを透過してビルディング内部で散乱・減衰される。これに対し、高断熱複層硝子は表面に金属が蒸着されており電磁波の反射率が高いので、高断熱複層硝子で硝子カーテンウォールを構成したビルディングでは電波障害が顕著に生ずる。

【0008】本発明は上記事実を考慮して成されたもので、建築物の設計の自由度を著しく低下させることなく、広い周波数帯域に亘って電波障害の発生を防止することができる電磁波反射吸収体及び電波障害防止方法を得ることが目的である。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために請求項1記載の発明に係る電磁波反射吸収体は、建築物の外壁部に配設される電磁波反射吸収体であって、前記建築物に到来した電磁波のうち所定帯域の電磁波を吸収する電磁波吸収部材と、前記所定帯域よりも高い周波数帯域の電磁波を反射可能なサイズの反射面を備え、前記建築物に到来した電磁波のうち前記所定帯域よりも高い周波数帯域の電磁波を電波障害が生じ難い所定方向へ反射するように前記反射面の向きが調整された電磁波反射部材と、を備えたことを特徴としている。

【0010】請求項1記載の発明では、建築物に到来した電磁波のうち所定帯域の電磁波が電磁波吸収部材によって吸収され、所定帯域よりも高い周波数帯域の電磁波が、電磁波反射部材によって電波障害が生じ難い所定方向へ反射される。なお、前記所定方向は、例えば斜め上方であってもよいし、公園や駐車場等のように電磁波の受信設備が存在しない施設が存在する方向であってもよい。また、請求項2に記載したように、所定帯域としては例えばVHF帯を適用することができ、所定周波数よりも高い周波数帯域には例えばUHF帯を含めることができる。

【0011】請求項1記載の発明では、到来した電磁波のうち所定帯域よりも高い周波数帯域の電磁波が、電磁波反射部材によって反射されるので、本発明に係る電磁波吸収部材として、例えば磁性体から成る電磁波吸収体等のように、電磁波吸収帯域が広帯域である代わりに光透過性がなく重量も高む等の欠点を有する電磁波吸収体を用いる必要がなくなる。従って、本発明に係る電磁波吸収部材として、電磁波吸収帯域が比較的狭帯域の様々な電磁波吸収体（所定帯域の電磁波に対しては電磁波吸収性能を有しているものの、所定帯域よりも高い周波数帯域の電磁波に対しては電磁波吸収性能を有していない電磁波吸収部材）の中から、例えば光透過性を有する電磁波吸収体を選択的に用いることも可能となる。

【0012】また、本発明に係る電磁波反射部材についても、到来した電磁波のうち所定帯域の電磁波が電磁波吸収部材によって吸収されることから、所定帯域の電磁波を反射する機能を持たせる必要がなくなり、反射面のサイズを、所定帯域よりも高い周波数帯域の電磁波を反射可能なサイズとすることができる（すなわち、所定帯域の電磁波を所望方向へ反射する機能を持たせる場合と比較して、反射面のサイズをより小サイズ化することができる）。

【0013】従って、請求項1記載の発明によれば、電磁波吸収部材及び電磁波反射部材により、広い周波数帯域（所定帯域及び所定帯域よりも高い周波数帯域を含む周波数帯域）に亘って電波障害の発生を防止することができると共に、電磁波反射部材の反射面のサイズを小サイズ化できるので、建築物の設計の自由度が著しく低下することも防止することができる。

【0014】なお、本発明に係る電磁波反射吸収体は、電磁波吸収部材と電磁波反射部材を製造時に一体化してもよいし、電磁波吸収部材と電磁波反射部材を別々に製造してもよい。製造時に両者を一体化した場合には、建築物への電磁波反射吸収体の配設時に、電磁波反射部材の反射面が入射した電磁波を電波障害が生じ難い所定方向へ反射する向きとなるように、電磁波反射吸収体全体の向きを調整すればよい。この場合、建築物へ電磁波反射吸収体を配設するための施工を容易に行うことができる。

【0015】また、電磁波吸収部材と電磁波反射部材を別々に製造した場合には、電磁波吸収部材及び電磁波反射部材を電磁波の到来方向に沿って並列に配置すると共に、電磁波反射部材の反射面が入射した電磁波を電波障害が生じ難い所定方向へ反射する向きとなるように、電磁波反射部材についての向きを調整すればよい。この場合、電磁波吸収部材の向きは、電磁波反射部材の向きと無関係に設定することも可能となるので、建築物の設計の自由度が向上する。

【0016】また請求項1記載の発明において、電磁波反射吸収体を構成する各部材は、請求項3に記載したよ

うに略透明であることが好ましい。先にも述べたように、本発明に係る電磁波吸収部材は、電磁波吸収帯域が必ずしも広帯域である必要はないので略透明に構成することも可能であり、電磁波反射部材についても略透明に構成できる。これにより、本発明に係る電磁波反射吸収体を、建築物の窓部等に配設したり、硝子カーテンウォールに代えて外壁に配設することが可能となる。

【0017】また、本発明に係る電磁波吸収部材としては、フェライト等の磁性体から成る電磁波吸収体を含む公知の種々の電磁波吸収体を適用可能であり、例えば到来した電磁波の一部を反射し他の一部を透過させる抵抗部材と、到来した電磁波を反射する反射部材（該反射部材は本発明に係る電磁波反射部材で代用することも可能である）と、が吸収すべき電磁波の波長の $1/4$ に相当する距離を隔てて配置された $1/4$ 型電磁波吸収体を適用することができる。

【0018】但し、電磁波吸収部材の薄型化（電磁波到来方向に沿った電磁波吸収部材のサイズの小サイズ化）を考慮すると、請求項4に記載したように、到来した電磁波の一部を反射し他の一部を透過させる抵抗部材と、前記抵抗部材よりも電磁波到来方向下流側に前記抵抗部材と距離を隔てて配置された前記電磁波反射部材、又は前記抵抗部材よりも電磁波到来方向下流側に前記抵抗部材と距離を隔てて配置され到来した電磁波を反射する反射部材と、前記抵抗部材との間に設けられ、前記抵抗部材と前記電磁波反射部材又は前記反射部材の並ぶ方向と交差する方向に沿って間隔を空けて配列された複数の導体と、を含んで電磁波吸収体を構成することが好ましい。

$$\epsilon_{eff} = \frac{2(\epsilon_a + \epsilon_b)}{\pi} \frac{b+d}{a} \ln \left\{ \sec \left[\frac{\pi b}{2(b+d)} \right] \right\} + 1 \quad \cdots (2)$$

【0022】上記の(2)式より明らかなように、抵抗部材と電磁波反射部材又は反射部材との間の実効比誘電率 ϵ_{eff} は抵抗部材と電磁波反射部材又は反射部材の並ぶ方向と交差する方向に沿った導体の幅 b 、前記交差する方向に沿った間隔 d 、及び抵抗部材と電磁波反射部材又は反射部材の並ぶ方向に沿った導体の厚さ a に応じて変化し、導体の厚さ a 、導体の幅 b 及び間隔 d の値を適切に設定することで、1よりも明らかに大きな値とする（ $\epsilon_{eff} > 1$ ）ことを容易に実現できる。従って、請求項4記載の発明によれば、所定帯域の電磁波を吸収する電磁波吸収部材の薄型化（電磁波到来方向に沿ったサイズの小サイズ化）を実現できる。

【0023】なお、請求項4記載の発明において、本発明に係る電磁波反射部材を電磁波吸収部材の反射部材としても用いる場合には、本発明に係る電磁波反射吸収体の構成が簡単になる。一方、電磁波吸収部材の反射部材

【0019】或る媒質を伝播する電磁波の波長 λ は、電磁波の周波数を f 、媒質の誘電率を ϵ （ $=\epsilon_r \epsilon_0$ ： ϵ_r は比誘電率、 ϵ_0 は真空の誘電率）、媒質の透磁率を μ （ $=\mu_r \mu_0$ ： μ_r は比透磁率、 μ_0 は真空の透磁率）とすると、

$$\lambda = 1/f \cdot \sqrt{\epsilon \mu} \quad \cdots (1)$$

であるので、波長 λ は媒質の誘電率に応じて変化する。従って、抵抗部材によって反射されて射出される一次射出電磁波の位相に対し、電磁波反射部材又は反射部材によって反射されて射出される二次射出電磁波の位相が略逆位相となる周波数帯域は、抵抗部材と電磁波反射部材又は反射部材の距離が一定であったとしても、抵抗部材と電磁波反射部材又は反射部材との間に存在する媒質の誘電率に応じて変化する。

【0020】請求項4記載の発明では、抵抗部材と本発明に係る電磁波反射部材又は該電磁波反射部材と別に設けられた反射部材との間に、抵抗部材と電磁波反射部材又は反射部材の並ぶ方向と交差する方向に沿って間隔を空けて複数の導体を配列した場合、抵抗部材と電磁波反射部材又は反射部材との間の実効比誘電率 ϵ_{eff} は、導体と抵抗部材との間及び導体と電磁波反射部材又は反射部材との間に存在する媒質の誘電率を ϵ_a 、 ϵ_b 、抵抗部材と電磁波反射部材又は反射部材の並ぶ方向と交差する方向に沿った導体の幅及び間隔を b 、 d 、抵抗部材と電磁波反射部材又は反射部材の並ぶ方向に沿った導体の厚さを a とすると、次の(2)式で表される。

【0021】

【数1】

を電磁波反射部材と別に設けた場合には、電磁波反射部材の配設位置と無関係に電磁波吸収部材を配設することができるので、電磁波吸収部材の配設位置の自由度が向上する。

【0024】請求項5記載の発明に係る電波障害防止方法は、建築物に到来した電磁波のうち所定帯域の電磁波を吸収する電磁波吸収部材を前記建築物の外壁部に配設すると共に、前記所定帯域よりも高い周波数帯域の電磁波を反射可能なサイズの反射面を備え、前記建築物に到来した電磁波のうち前記所定帯域よりも高い周波数帯域の電磁波を電波障害が生じ難い所定方向へ反射するように前記反射面の向きが調整された電磁波反射部材を前記建築物の外壁部に配設する。

【0025】請求項5記載の発明では、請求項1記載の発明と同様に、所定帯域の電磁波を吸収する電磁波吸収部材を建築物の外壁部に配設すると共に、所定帯域より

も高い周波数帯域の電磁波を電波障害が生じ難い所定方向へ反射する電磁波反射部材を建築物の外壁部に配設するので、請求項1記載の発明と同様に、建築物の設計の自由度を著しく低下させることなく、広い周波数帯域に亘って電波障害の発生を防止することができる。

【0026】請求項6記載の発明は、請求項5記載の発明において、前記電磁波吸収部材及び前記電磁波反射部材を、前記建築物の各階毎に独立に配設すると共に、各階毎に配設した電磁波吸収部材及び電磁波反射部材の間隙に相当する部分に、前記所定帯域及び前記所定帯域よりも高い周波数帯域の電磁波を吸収する電磁波吸収体を配設することを特徴としている。

【0027】先にも述べたように、本発明によれば電磁波反射部材の反射面のサイズを小サイズ化できるので、例えば電磁波吸収部材及び電磁波反射部材のサイズを建築物の一階分に対応するサイズとし、上記のように建築物の各階毎に独立に配設することも可能となる。但し、電磁波吸収部材及び電磁波反射部材を各階毎に独立に配設した場合、各階に配設した電磁波吸収部材及び電磁波反射部材の間隙に相当する部分に到来した電磁波に対して電磁波吸収部材及び電磁波反射部材が作用せず、電波障害を生じさせる可能性がある。

【0028】これに対して請求項6記載の発明では、電磁波吸収部材及び電磁波反射部材の間隙に相当する部分に、所定帯域及び所定帯域よりも高い周波数帯域の電磁波を吸収する電磁波吸収体（例えばフェライト等の磁性体から成る電磁波吸収体）を配設するので、前記間隙に相当する部分に到来した電磁波を前記電磁波吸収体によって吸収することができ、電波障害が発生することをより確実に防止することができる。

【0029】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の実施形態の一例を詳細に説明する。図1には、本発明に係る電磁波反射吸収体としての電磁波反射吸収パネル10が外壁として配設された建築物30の一部が示されている。以下では、まず電磁波反射吸収パネル10について説明する。

【0030】図2に示すように、電磁波反射吸収パネル10は、絶縁性材料から成り扁平な平板状で一定の間隔を隔てて互いに平行に配置された絶縁性基板12、14を備えている。また、絶縁性基板12、14の間隔は、絶縁性基板12、14の間に一定又は不定の間隔で設けられた図示しないスベサによって一定に維持されている。

【0031】本実施形態に係る電磁波反射吸収パネル10は、硝子カーテンウォールに代えて、透光性を有する建築物30のカーテンウォールとして用いられるため、光透過性を有していることが要求されている。このため、絶縁性基板12、14は、光透過性を有する絶縁性材料、例えばガラス等のセラミクス、或いは光透過性を

有するビニールやプラスチック等の樹脂材料を平板状に形成することで構成されている。なお、電磁波反射吸収パネル10に対し、光透過性を有していることが要求されていない場合には、絶縁性基板12、14についても光透過性を有しない公知の様々な絶縁性材料、例えば木材、コンクリート、紙、樹脂材料等の中から任意の材料を選択的に用いて平板状に形成することで構成することができる。

【0032】絶縁性基板12には、絶縁性基板14側の面の全面に導電性被膜（抵抗膜）16が形成されている。抵抗膜16は請求項4に記載の抵抗部材に対応しており、電磁波が到来すると、その一部を吸収すると共に他の一部を反射し、残りを透過させるように、導電率（単位面積当りの抵抗値：面抵抗値）が調整されている。抵抗膜16に好適な面抵抗値は単位面積当り $50\Omega \sim 3000\Omega$ 程度であり、より好ましくは単位面積当り $200\Omega \sim 1500\Omega$ 程度である。

【0033】一方、絶縁性基板14のうち絶縁性基板12側の面には、全面に導電性被膜（反射膜）18が形成されている。反射膜18は到来した電磁波の殆どを反射するように導電率（面抵抗値）が調整されており、本発明の電磁波反射部材に対応していると共に、本発明の電磁波吸収部材の一部を構成している。

【0034】反射膜18に好適な面抵抗値は単位面積当り $1\mu\Omega \sim 30\Omega$ 程度であり、より好ましくは単位面積当り $10m\Omega \sim 20\Omega$ 程度であるが、電磁波反射吸収パネル10が光透過性を有していることが要求されていないのであれば面抵抗値をより小さくすることができ、到来した電磁波の反射割合をより高くすることができる。なお、反射部材としては、導電性被膜（反射膜）以外に、金属膜、導電性材料から成るメッシュ、鉄筋等を使用可能である。

【0035】また、抵抗膜16の上面上には絶縁性フィルム層20、分割導電体層22が順に形成されている。分割導電体層22としては、例えば図3(A)に示す構成又は図3(B)に示す構成を採用することができる。図3(A)に示す分割導電体層22は、一定の厚みの扁平な長尺状で、長手方向が抵抗膜16と反射膜18の並ぶ方向に直交する一定の方向（図1の紙面に垂直な方向、図3の矢印A方向：以下、第2方向という）に沿うように配置された複数の導電膜24が、幅方向（図1及び図3の矢印B方向、抵抗膜16と反射膜18の並ぶ方向及び第2方向と各々直交する第1方向）に隣り合う導電膜24と各々間隔dを空けて配列されて構成されている。なお、導電膜24の幅bは好ましくは $b \leq 50\text{cm}$ である。

【0036】また、図3(B)に示す分割導電体層22は、一定の厚みの扁平な矩形の多数個の導電膜26が第1方向及び第2方向に沿ってマトリクス状に配置され、第1方向及び第2方向に隣り合う導電膜26と各々

間隔 d を空けて配列されて構成されている。なお、第1方向に沿った導電膜26の幅 b_1 は好ましくは $b_1 \leq 5.0$ cmであり、第2方向に沿った導電膜26の幅 b_2 も好ましくは $b_2 \leq 5.0$ cmである。

【0037】また、導電膜24、26に好適な面抵抗値は単位面積当り $1 \mu\Omega \sim 40 \Omega$ 程度であり、より好ましくは単位面積当り $10 m\Omega \sim 20 \Omega$ 程度である。また、導電膜24又は導電膜26が形成された絶縁性基板の絶縁抵抗値 R_d は $R_d \geq 30 k\Omega$ である。なお、図3(B)のように導体(導電膜26)を2次元に配列する構成において、導体の配列方向としての2方向(第1方向及び第2方向)は必ずしも直交している必要はなく、前記2方向は互いに交差する方向であればよい。なお、分割導電体層22の導電膜24、26は請求項4に記載の複数の導体に対応している。

【0038】また、抵抗膜16、反射膜18及び導電膜24、26は、公知の様々な導電性材料の中から任意の材料を選択的に用いて構成することができるが、例えば酸化スズ(SnO_2)を主成分とする透明導電膜、酸化インジウム(In_2O_3)を主成分とする透明導電膜、酸化チタン(TiO_x ; $x=1 \sim 2.5$)を主成分とする透明導電膜、窒化チタン(TiN_x ; $x=0.5 \sim 2$)を主成分とする透明導電膜、Ag、Au、Cu、Alの何れかを主成分とする金属膜は電磁波反射吸収パネル10の光透過性を容易に確保できるので好適である。上記のような透明導電膜や金属膜は、太陽光に含まれる近赤外光を反射すると共に、熱線の輻射量が低いという特性を有しているため、上記の材料を用いて構成した電磁波反射吸収パネル10を建築物の窓部に用いることで、室内の冷暖房の省エネルギー化も実現できる。

【0039】また、電磁波反射吸収パネル10に結露が生ずると、結露水によって電気的特性の変化や、抵抗膜16、導電膜24又は導電膜26、反射膜18の劣化等が生ずる可能性がある。このため、絶縁性基板12、14の間の空間に乾燥空気を密封するか、又は樹脂材料等のように経時劣化の少ない絶縁性材料を封入することが好ましい。また、電磁波反射吸収パネル10の外面についても、配設された状態で乾燥空気又は樹脂材料等の絶縁性材料に接するように配設することが望ましい。

【0040】なお、電磁波反射吸収パネル10では反射膜18及び分割導電体層22が露出しているので、反射膜18及び分割導電体層22の表面に保護層を形成することが好ましい。この保護層は、表面抵抗の大きな無機材料や樹脂材料をパネル状又はシート状に形成するか、或いはコーティングすることによって形成することができる。

【0041】また、本実施形態に係る電磁波反射吸収パネル10は、抵抗膜16側から到来した電磁波のうち、VHF帯(本発明の所定帯域)の電磁波が吸収される(詳細は後述)ように、抵抗膜16と反射膜18の間

隔、分割導電体層22の各部の寸法(分割導電体層22を長尺状の多数の導電膜24で構成した場合は導電膜24の厚み a 、幅 b 及び間隔 d 、分割導電体層22を矩形状の多数の導電膜26で構成した場合は導電膜26の厚み a 、幅 b_1 、 b_2 及び間隔 d)が設定されている。

【0042】図1に示すように、本実施形態に係る電磁波反射吸収パネル10は、絶縁性基板12側より電磁波が到来するように、建築物30の外壁として建築物30に配設されるが、分割導電体層22として図3(A)に示す構成(長尺状の導電膜24から成る分割導電体層22)を採用した電磁波反射吸収パネル10を配設する場合には、導電膜24の配列方向が建築物30に到来する電磁波の偏波面の方向に略一致するように、建築物30への配設時の天地方向を定めている(例えば建築物30に垂直偏波の電磁波が到来する場合には、図2の上下方向が建築物30への配設時の電磁波反射吸収パネル10の天地方向とされる)。

【0043】また、本実施形態では、建築物30に到来した電磁波のうちUHF帯の電磁波は電磁波反射吸収パネル10によって反射される(詳細は後述)。このため、電磁波反射吸収パネル10は、UHF帯の電磁波の反射方向が電波障害の生じ難い方向(例えば図1の例では斜め上方)となるように、配設状態での電磁波反射吸収パネル10の傾斜角度が予め設定されている。

【0044】そして本実施形態では、予め設定された傾斜角度だけ傾斜させたときに、電磁波反射吸収パネル10の鉛直方向に沿った長さ(高さ)が、建築物30の階高に一致するように(各階に設けられた梁32の端部の外側(スパンドレル部)も覆うように)、配設状態での上下方向に沿った寸法が定められており、各階毎に予め設定された傾斜角度だけ傾斜するように、各階の外壁として各階毎に独立に配設される。

【0045】次に本実施形態の作用を説明する。VHF帯(およそ100~200MHz)の電磁波の波長は1.5~3m程度であるので、例えば100MHzの電磁波(波長は3m)を反射するために必要な反射板のサイズは6~9m以上となる。これに対し、本実施形態に係る電磁波反射吸収パネル10は、配設状態での上下方向に沿った寸法が建築物30の階高と同程度であるので、建築物30の各階に設けられた電磁波反射吸収パネル10の反射膜18は、VHF帯の電磁波を所望の方向へ反射する反射板として機能しない(反射膜18の端部での散乱により、反射膜18による電磁波の反射方向は電磁波の到来方向に対する反射膜18の向きの影響を受けにくい)。

【0046】これに対し、建築物30に到来したVHF帯の電磁波(図4に示す電磁波 E_0)は、電磁波反射吸収パネル10の絶縁性基板12を透過して抵抗膜16に入射され、一部が抵抗膜16によって反射され一次射出電磁波 E_{r1} として射出されると共に、一部が抵抗膜16によって吸収され、残りは抵抗膜16を透過し電磁波 E

として反射膜18側へ射出される。

【0047】この電磁波 E_{11} は、分割導電体層22及び絶縁性基板14を透過して反射膜18に入射され、反射膜18によってその殆どが反射され、絶縁性基板14及び分割導電体層22を再び透過して抵抗膜16に入射される。抵抗膜16に入射された電磁波 E_{11} は、一部が抵抗膜16及び絶縁性基板12を透過し二次射出電磁波 E_{12} として射出されると共に、一部が抵抗膜16によって吸収され、残りは抵抗膜16によって反射され電磁波 E_{13} として反射膜18側へ射出される。

【0048】更に、電磁波 E_{11} は、分割導電体層22及び絶縁性基板14を透過して反射膜18に入射され、反射膜18によってその殆どが反射され、絶縁性基板14及び分割導電体層22を再び透過して抵抗膜16に入射される。抵抗膜16に入射された電磁波 E_{12} は、一部が抵抗膜16及び絶縁性基板12を透過し三次射出電磁波 E_{13} として射出されると共に、一部が抵抗膜16によって吸収され、残りは抵抗膜16によって反射され電磁波 E_{13} として反射膜18側へ射出される。

【0049】上記の現象が繰り返されることで、電磁波反射吸収パネル10に到来した電磁波は、一次射出電磁波 $\sim n$ 次電磁波（理論的には $n_{max} = \infty$ ）に分割されて電磁波反射吸収パネル10から射出されるので、抵抗膜16が形成された絶縁性基板12側から到来した電磁波反射吸収パネル10の反射係数 Γ は、

【0050】

【数2】

$$\Gamma = \frac{E}{E_0} = \frac{\sum_{n=1} E_{rn}}{E_0}$$

【0051】となる。

【0052】ここで、抵抗膜16に入射された電磁波は、その一部が抵抗膜16によって吸収されることで抵抗膜16を透過又は抵抗膜16で反射されて射出される電磁波の電界強度が小さくなる。 n 次射出電磁波の次数 n は対応する電磁波の抵抗膜16への入射回数を表しており、次数 n の値が大きくなるに伴って抵抗膜16への入射回数も増大するので、抵抗膜16における電磁波の吸収率 α の値にも依存するが、次数 n の値が大きい高次の射出電磁波（例えば $n \geq 3$ の射出電磁波）は電界強度が非常に小さくなるために無視できる。

【0053】また、抵抗膜16と反射膜18との間の導電膜24又は導電膜26の配列方向（分割導電体層22が導電膜24で構成されている場合には第2方向、分割導電体層22が導電膜26で構成されている場合には第1方向及び第2方向）についての実効比誘電率は、導電膜24又は導電膜26の幅 b を（2）式における導体の幅 b 、導電膜24又は導電膜26の間隔 d を（2）式における間隔 d 、導電膜24又は導電膜26の膜厚 a を

（2）式における導体の厚さ a として各々用いることで、（2）式によって求まる実効比誘電率 ϵ_{eff} に一致する。これに伴って、抵抗膜16と反射膜18との間を往復伝播する電磁波 E_{1n} の波長も、その周波数に比して非常に短くなる（電磁波 E_{1n} の波長は実効比誘電率の平方根に反比例する）。

【0054】電磁波反射吸収パネル10は、VHF帯において、電磁波反射吸収パネル10から射出される一次射出電磁波 E_{11} と二次射出電磁波 E_{12} が逆位相となるように、抵抗膜16と反射膜18の間隔、分割導電体層22の各部の寸法が設定されているので、電磁波反射吸収パネル10に到来したVHF帯の電磁波は、一次射出電磁波 E_{11} と二次射出電磁波 E_{12} が逆位相となり、互いに打ち消し合うことで大幅に減衰・吸収される（但し、分割導電体層22が長尺状の導電膜24で構成されている場合には、偏波面の方向が導電膜24の配列方向（第2方向）に沿った電磁波のみ減衰・吸収される）。従って、建築物30に到来したVHF帯の電磁波によって電波障害が発生することを防止することができる。

【0055】また、分割導電体層22を設けたことで、電磁波の減衰・吸収が生ずる周波数帯域（VHF帯）に比して電磁波反射吸収パネル10を大幅に薄型化することができる。更に、分割導電体層22を導電膜26で構成した場合には、薄型の電磁波反射吸収パネル10により、到来したVHF帯の電磁波を、その偏波面の方向に拘わらず（例えば円偏波等であっても）吸収することができる。

【0056】また、上記のように、VHF帯の電磁波は電磁波反射吸収パネル10によって吸収されるので、VHF帯の電磁波による電波障害の発生を防止するために電磁波反射吸収パネル10のサイズを大型化する必要がなく、各階毎に小型かつ同一サイズの電磁波反射吸収パネル10を配設することができるので、建築物30の設計の自由度が著しく低下することを回避できると共に、各階に同一の建材を適用できるので、建築物の建設コストを低減することができる。

【0057】一方、建築物30に到来した電磁波のうちUHF帯の電磁波は、一次射出電磁波 E_{11} と二次射出電磁波 E_{12} が逆位相にならないため、電磁波反射吸収パネル10による電磁波の減衰量はVHF帯と比較して明らかに小さくなる。しかしながら、UHF帯の電磁波の波長は例えば500MHz付近で60cm程度であり、500MHzの電磁波を反射するために必要な反射板のサイズは120～180cm程度である。本実施形態に係る電磁波反射吸収パネル10は、配設状態での上下方向に沿った寸法が建築物30の階高と同程度であるので、UHF帯及びUHF帯よりも高周波の電磁波（本発明の「所定帯域よりも高い周波数帯域の電磁波」に相当）に対しては、電磁波反射吸収パネル10の反射膜18が反射板として機

能する。

【0058】そして電磁波反射吸収パネル10は、UHF帯の電磁波（及びUHF帯よりも高周波の電磁波）の反射方向が電波障害の生じ難い方向となるように傾斜されているので、電磁波反射吸収パネル10の配設位置に到来したUHF帯及びUHF帯よりも高周波の電磁波は、電磁波反射吸収パネル10によって電波障害の生じ難い方向へ反射される（図1に示す破線の矢印参照）。これにより、建築物30に到来したUHF帯及びUHF帯よりも高周波の電磁波によって電波障害が発生することも防止することができる。

【0059】また、本実施形態に係る電磁波反射吸収パネル10は光透過性を有しているので、硝子カーテンウォールの代わりに用いることができると共に、電磁波反射吸収パネル10が配設された箇所の採光も確保することができる。

【0060】なお、図1では各階に設けられた梁32の端部の外側も電磁波反射吸収パネル10によって覆われるように電磁波反射吸収パネル10を配設していたが、これに限定されるものではなく、例として図4に示すように、各階に設けられた梁32の間隙に相当する部分についてのみ、電磁波反射吸収パネル10を建築物32の外壁として設けてもよい。図4に示した例では、梁32の端部の外側（スパンデル部）にフェライト板40が配置されており、フェライト板40の外側には建築物32の外壁を構成する外壁部材42が配置されている。なお、外壁部材42は電磁波が透過するものであればよく、例えば硝子板等を適用可能である。フェライト板40は請求項6に記載の電磁波吸収体に対応している。

【0061】図4に示した例では、建築物32のうち電磁波反射吸収パネル10が配設された箇所に到来した電磁波は、図1に示した例と同様に、VHF帯の電磁波が電磁波反射吸収パネル10によって吸収され、UHF帯及びUHF帯よりも高周波の電磁波が電磁波反射吸収パネル10によって電波障害の生じ難い方向へ反射される（図4に示す破線の矢印参照）。また、建築物32のうち電磁波反射吸収パネル10が配設されていない箇所（各階に設けられた梁32の外側の部分）に到来した電磁波は、外壁部材42を透過し、外壁部材40の内側に配置されたフェライト板40に入射するので、フェライト板40により広い周波数帯域に亘って吸収される。

【0062】これにより、建築物32に到来した電磁波によって電波障害が発生することを防止することができる。また、図5の例においても、VHF帯の電磁波による電波障害の発生を防止するために電磁波反射吸収パネル10のサイズを大型化する必要がなく、各階毎に小型かつ同一サイズの電磁波反射吸収パネル10を配設することができるので、建築物30の設計の自由度が著しく低下することを回避できると共に、各階に同一の建材を適用できるので、建築物の建設コストを低減することが

できる。

【0063】また、電磁波反射吸収パネル10は図6に示すように配設してもよい。すなわち図6に示す例では、建築物34の外壁として、電磁波透過性を有し鉛直方向に沿って配置された外壁部材（例えば通常の硝子板等）44が取付けられており、電磁波反射吸収パネル10は外壁部材44の内側のうち、各階に設けられた梁32の間隙に相当する部分にのみ配設されている。また、梁32の端部の外側には、図4に示した例と同様にフェライト板40が配置されている。

【0064】図6に示した例では建築物34に到来した電磁波が外壁部材44を透過する。外壁部材44を透過した電磁波のうち、電磁波反射吸収パネル10が配設された箇所に到達した電磁波は、図1及び図4に示した例と同様に、VHF帯の電磁波が電磁波反射吸収パネル10によって吸収され、UHF帯及びUHF帯よりも高周波の電磁波が電磁波反射吸収パネル10によって電波障害の生じ難い方向へ反射される（図6に示す破線の矢印参照）。また、外壁部材44を透過した電磁波のうち、電磁波反射吸収パネル10が配設されていない箇所に到達した電磁波はフェライト板40に入射し、フェライト板40により広い周波数帯域に亘って吸収される。

【0065】これにより、建築物30に到来した電磁波によって電波障害が発生することを防止することができる。また、図6の例においても、VHF帯の電磁波による電波障害の発生を防止するために電磁波反射吸収パネル10のサイズを大型化する必要がなく、各階毎に小型かつ同一サイズの電磁波反射吸収パネル10を配設することができる。更に、更に鉛直方向に沿って配置された外壁部材44によって建築物34の外壁が覆われているので、電磁波反射吸収パネル10を配設するために建築物34の設計の自由度が著しく低下することを回避することができる。また、各階に同一の建材を適用できるので、建築物の建設コストを低減することができる。

【0066】なお、電波障害の生じ難い電磁波の反射方向は、建築物外面の全面に亘って一定とは限らず、例えば高さが異なると電波障害の生じ難い電磁波の反射方向が相違することもある。上記を考慮すると、例えば電磁波反射吸収パネル10を配設する建築物の各階毎に、各階における電波障害の生じ難い反射方向に応じて、電磁波反射吸収パネル10の傾斜角度を相違させるようにしてもよい。

【0067】また、上記では光透過性を有する電磁波反射吸収パネル10を、透光性を有する部材で外壁を構成すべき建築物30に配設した場合を説明したが、これに限定されるものではなく、本発明に係る電磁波反射吸収体は、透光性を有しない部材で外壁を構成すべき建築物に配設することも可能であることは言うまでもない。

【0068】また、上記では本発明に係る電磁波吸収部

材として、抵抗膜16及び分割導電体層22を備えた電磁波吸収体を例に説明したが、これに限定されるものではなく、所定帯域（例えばVHF帯）の電磁波を吸収する機能を備えた公知の電磁波吸収体、例えばPC板にフェライト等の磁性体を貼り付けた構成の電磁波吸収体や、該電磁波吸収体に窓ガラスを付けた構成の電磁波吸収体、或いはλ/4型の電磁波吸収体を、本発明に係る電磁波吸収部材として適用しても良いことは言うまでもない。

【0069】

【発明の効果】以上説明したように請求項1及び請求項5記載の発明は、建築物に到来した電磁波のうち所定帯域の電磁波を吸収する電磁波吸収部材と、建築物に到来した電磁波のうち所定帯域よりも高い周波数帯域の電磁波を電波障害が生じ難い所定方向へ反射する電磁波反射部材を配設したので、建築物の設計の自由度を著しく低下させることなく、広い周波数帯域に亘って電波障害の発生を防止することができる、という優れた効果を有する。

【0070】請求項3記載の発明は、請求項1記載の発明において、電磁波反射吸収体を構成する各部材を略透明としたので、上記効果に加え、本発明に係る電磁波反射吸収体を建築物の窓部等に配設することが可能となる、という効果を有する。

【0071】請求項4記載の発明は、請求項1記載の発明において、電磁波吸収体を、到来した電磁波の一部を反射し他の一部を透過させる抵抗部材と、電磁波反射部材又は反射部材と抵抗部材との間に設けられ、抵抗部材と電磁波反射部材又は反射部材の並ぶ方向と交差する方向に沿って間隔を空けて配列された複数の導体と、を含

んで構成したので、上記効果に加え、電磁波吸収部材の薄型化を実現できる、という効果を有する。

【0072】請求項6記載の発明は、請求項5記載の発明において、電磁波吸収部材及び電磁波反射部材を建築物の各階毎に独立に配設し、電磁波吸収部材及び電磁波反射部材の間隙に相当する部分に、所定帯域及び所定帯域よりも高い周波数帯域の電磁波を吸収する電磁波吸収体を配設したので、上記効果に加え、電波障害が発生することをより確実に防止することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本実施形態に係る電磁波反射吸収パネルの配設状態を示す概略図である。

【図2】 電磁波反射吸収パネルの概略断面図である。

【図3】 分割導電膜の構成の一例を示す平面図である。

【図4】 電磁波反射吸収パネルによる電磁波吸収の原理を説明するための概念図である。

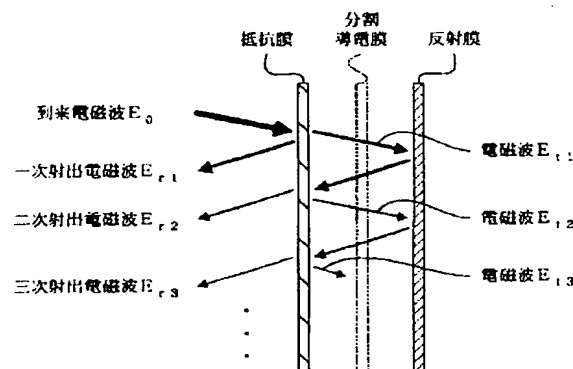
【図5】 電磁波反射吸収パネルの他の配設状態を示す概略図である。

【図6】 電磁波反射吸収パネルの他の配設状態を示す概略図である。

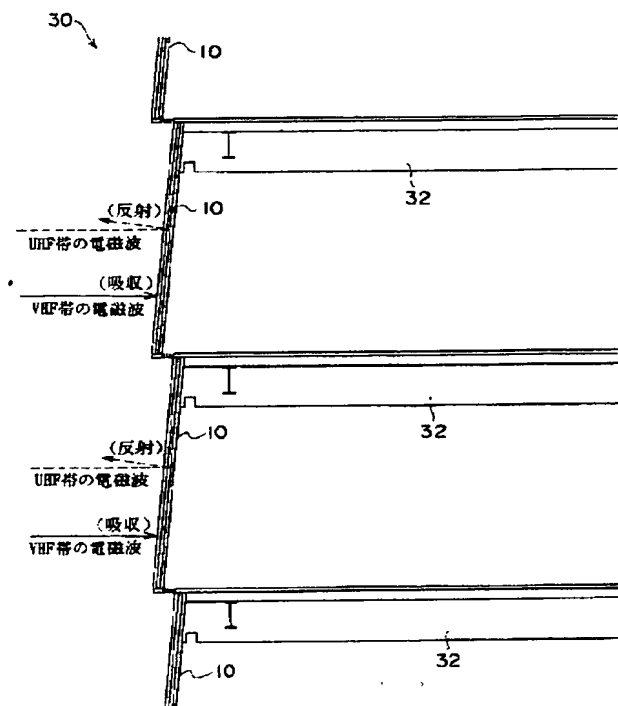
【符号の説明】

- 10 電磁波反射吸収パネル
- 16 抵抗膜
- 18 反射膜
- 22 分割導電体層
- 30、32、34 建築物
- 40 フェライト板
- 42、44 外壁部材

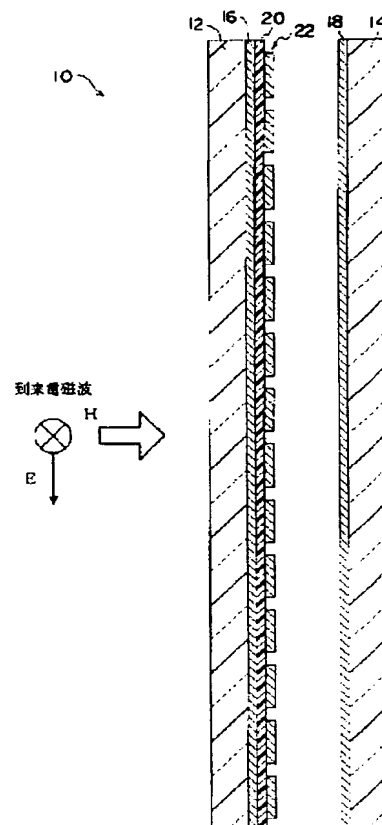
【図4】



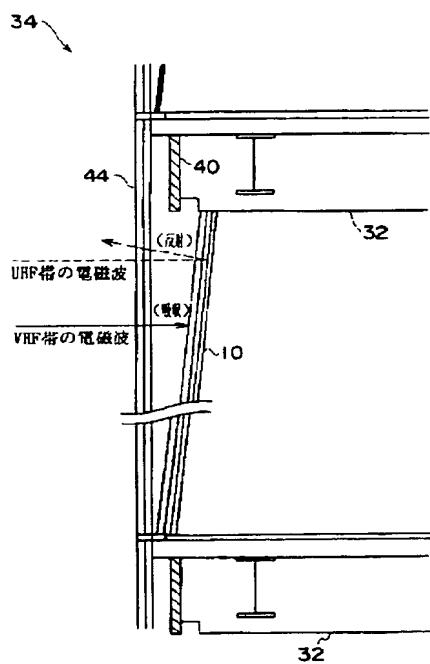
【図1】



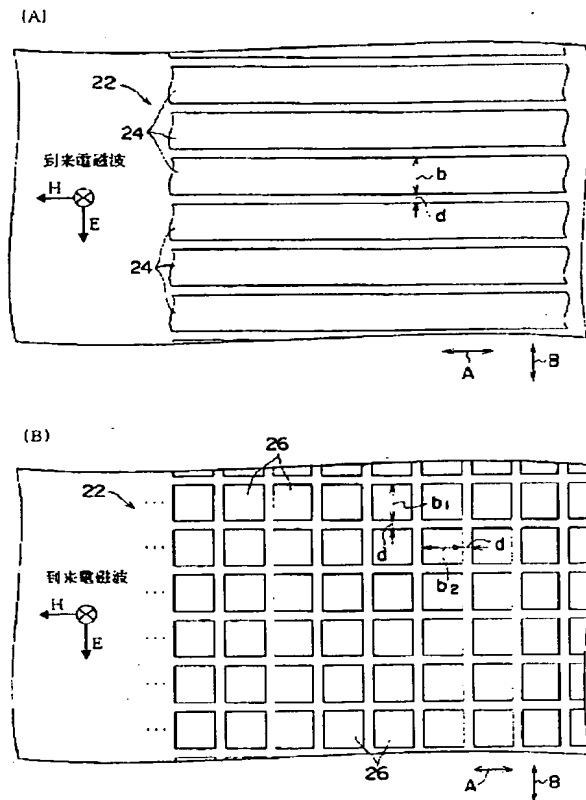
【図2】



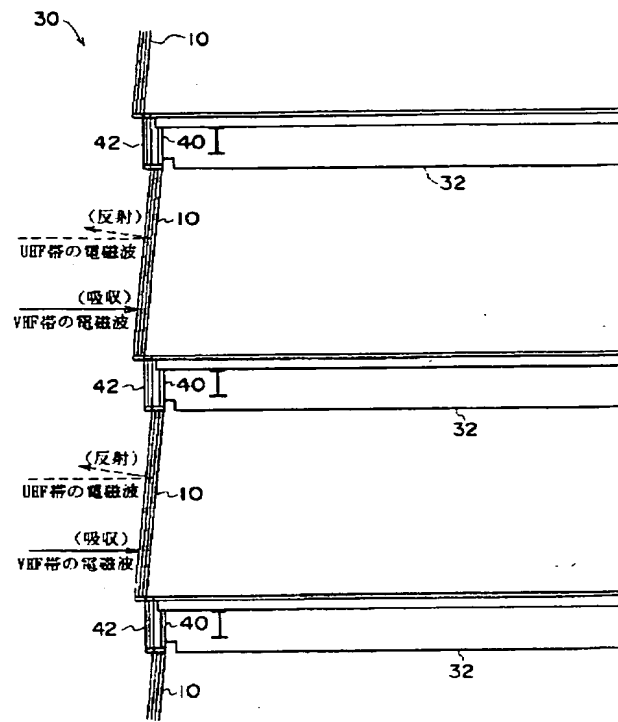
【図6】



【図3】



【図5】



フロントページの続き

(72)発明者 伊藤 和幸
愛知県名古屋市中区錦一丁目18番22号 株
式会社竹中工務店名古屋支店内
(72)発明者 影山 健二
千葉県印西市大塚一丁目5番地1 株式会
社竹中工務店技術研究所内
(72)発明者 斎藤 俊夫
千葉県印西市大塚一丁目5番地1 株式会
社竹中工務店技術研究所内

(72)発明者 高橋 好明
愛知県名古屋市中区錦一丁目18番22号 株
式会社竹中工務店名古屋支店内
Fターム(参考) 2E001 DH01 FA04 GA06 GA12 GA23
GA32 GA42 GA77 HA04 HA14
HA20 HB02 HC01 HC07 HD11
HD13
5E321 AA43 AA44 BE25 GG05 GG11

1000 1000 1000 1000